桑叶提取物对矮脚黄鸡生长性能、屠宰性能及肉品质的影响[1]

宋琼莉　周泉勇　韦启鹏　刘林秀　邹志恒*　陈小连*

（江西省农业科学院畜牧兽医研究所，南昌　330200）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加桑叶提取物对矮脚黄鸡生长性能、屠宰性能及肉品质的影响。选择 21 日龄、初始体重相近的矮脚黄鸡母鸡 300 羽，随机分为 4 组（每组 5 个重复，每重复 15 羽），分别饲喂 4 种不同的饲粮：Ⅰ组(对照组)饲喂基础饲粮，Ⅱ组饲喂添加 0.2%桑叶提取物的基础饲粮，Ⅲ组饲喂添加 0.5%桑叶提取物的基础饲粮，Ⅳ组饲喂添加 0.8%桑叶提取物的基础饲粮，试验期为 53 d。结果表明：1)与对照组相比，在饲粮中添加 0.2%、0.5%和 0.8%的桑叶提取物可显著提高平均日增重和平均日采食量(P<0.05)，有降低料重比的趋势，但差异不显著(P>0.05)。2)与对照组相比，在饲粮中添加桑叶提取物对矮脚黄鸡的屠宰性能无显著影响(P>0.05)，但可使屠宰率、半净膛率略有提高。3)随着桑叶提取物添加水平的增加，腿肌和胸肌亮度（L^*）、红度（a^*）、黄度（b^*）值呈升高趋势。各添加桑叶提取物组腿肌和胸肌 $pH_{24\ h}$ 均显著高于对照组(P<0.05)。腿肌和胸肌嫩度随着饲粮中桑叶提取物添加水平的增加而提高，其中Ⅳ组腿肌嫩度显著高于对照组(P<0.05)。4)与对照组相比，各添加桑叶提取物组胸肌和腿肌中粗蛋白质和粗脂肪含量均有不同程度的提高，但差异均不显著(P>0.05)。5)与对照组相比，在腿肌和胸肌中，除精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸含量在某些添加桑叶提取物组中有显著变化(P<0.05)外，其他氨基酸含量在各添加桑叶提取物组中均无显著变化（P>0.05）。各添加桑叶提取物组腿肌和胸肌中必需氨基酸/非必需氨基酸均与对照组无显著差异（P>0.05）。6)随着桑叶提取物添加水平的增加，各添加桑叶提取物组腿肌和胸肌中饱和脂肪酸（SFA）、单不饱和脂肪酸（MUFA）含量呈逐渐上升趋势，不饱和脂肪酸（UFA）、多不饱和脂肪酸（PUFA）、必需脂肪酸（EFA）、ω-6 和ω-3 含量以及 UFA/SFA 均呈逐渐下降趋势。由此得出，在饲粮中添加桑叶提取物可有效提高矮脚黄鸡的生长性能和肉品质。

关键词：桑叶提取物；矮脚黄鸡；生长性能；屠宰性能；肉品质

中图分类号：S816　　　文献标识码：A　　　文章编号：

我国是传统的种桑养蚕大国，桑树广泛分布于全国各地，桑叶在我国的种植面积约为100万hm^2 [1]，桑叶资源十分丰富。桑叶中含有丰富的蛋白质、碳水化合物、维生素、矿物元素及多种天然活性物质等，对提高动物机体免疫功能及生产性能具有重要作用[2-3]。目前有关

收稿日期：2017-06-29

基金项目：江西省科技计划（20132BBF60046，20133BBF60027，20133BBA13024，20151BBF60063）；国家肉鸡产业技术体系（CARS-42-Z10）

作者简介：宋琼莉（1975—），女，江西丰城人，副研究员，本科，主要从事动物营养和饲料添加剂研究。E-mail: songqiongli1975@126.com

*通信作者：邹志恒，研究员，硕士生导师，E-mail: zouzhihengxms@163.com；陈小连，副研究员，E-mail: xiaolianchen@126.com

桑叶在畜禽饲粮中应用的研究主要是以桑叶粉的形式直接添加到饲粮中饲喂，在动物上的饲喂效果主要表现在提高畜禽产品品质、改善肉质风味、促进动物健康等[4-8]。在实际生产中很少将桑叶作为饲料原料应用到动物饲粮中，这是因为桑叶中含有单宁、植物凝集素等抗营养因子，大量添加会导致畜禽生长性能降低[9]。桑叶中的天然活性物质主要有多糖、黄酮类化合物和超氧化物歧化酶等[3]。许多研究表明，植物多糖在促进动物生长、提高动物免疫机能的同时，能在一定程度上改善畜禽胴体性能和肉品质。黄酮类化合物和超氧化物歧化酶具有较强的抗氧化性，能够清除自由基，改善肉品质。桑叶提取物对试验动物有降血脂、降血糖、抑菌等功效，但其对畜禽生产性能和肉品质的影响少有报道。本试验在矮脚黄鸡饲粮中添加不同水平的桑叶提取物，探讨其对矮脚黄鸡生长性能、屠宰性能及肉品质的影响，旨在为桑叶提取物在肉鸡饲粮中的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

桑叶粉为市购，经检测，其营养指标如下：水分含量12.63%，粗蛋白质含量15.40%，粗脂肪含量3.72%，粗灰分含量16.00%，钙含量2.50%，总磷含量0.25%。试验用桑叶提取物为市购桑叶粉的热水浸提产物，提取得率约为10%。

1.2 试验动物与饲粮

选择21日龄、初始体重相近的矮脚黄鸡母鸡300羽作为试验动物。试验用基础饲粮为玉米-豆粕型饲粮，为参照我国《鸡饲养标准》（NY/T 33-2004）配制的粉状配合饲料，分为21~42日龄、43~73日龄2个阶段，其组成及营养水平见表1。

表1 基础饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (DM basis) %

项目 Items	21~42日龄 21 to 42 days of age	43~73日龄 43 to 73 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	64	65
豆粕 Soybean meal	26	26
进口鱼粉 Imported fish meal	2	
脂肪粉 Fatty powder	3	4
预混料 Premix1)	5	5
合计 Total	100	100
营养水平 Nutrient levels2)		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.51	13.19

粗蛋白质 CP	18.38	17.15
钙 Ca	0.90	0.70
总磷 TP	0.60	0.45
赖氨酸 Lys	1.17	1.07
蛋氨酸 Met	0.45	0.42
胱氨酸 Cys	0.31	0.30
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.76	0.72
色氨酸 Try	0.21	0.19
苏氨酸 Thr	0.70	0.64
精氨酸 Arg	1.21	1.13

1)预混料为每千克饲粮提供The premix provided the following per kg of diets：VA 12 500 IU，VD 2 500 IU，VE 25 mg，VK_3 3 mg，VB_1 3 mg，VB_2 8 mg，VB_6 7 mg，VB_{12} 0.03 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 20 mg，烟酸 niacin 50 mg，生物素 biotin 0.1 mg，叶酸 folic acid 1.5 mg，Cu 8 mg，Zn 100 mg，Fe 100 mg，Mn 100 mg，Se 0.16 mg，I 0.6 mg。

2)代谢能为计算值，其余营养水平为实测值。ME was a calculated value, while the other nutrient levels were measured values.

1.3 试验设计

将试验鸡随机分为4组，每组设5个重复，每个重复15羽，各组试验鸡初始体重差异不显著(P>0.05)。4组试验鸡分别饲喂4种不同的饲粮：Ⅰ组(对照组)饲喂基础饲粮，Ⅱ组饲喂添加0.2%桑叶提取物的基础饲粮，Ⅲ组饲喂添加0.5%桑叶提取物的基础饲粮，Ⅳ组饲喂添加0.8%桑叶提取物的基础饲粮，试验期为53 d。

1.4 饲养管理

试验在江西省农业科学院畜牧兽医研究所试验鸡场进行。整个试验期间采用网上分栏平养，自由采食，自由饮水。

1.5 测定指标

1.5.1 生长性能指标测定

试验期间以重复为单位记录试验鸡的喂料量、剩余料量、初始体重和终末重，以此计算试验鸡的平均日增重（ADG)、平均日采食量（ADFI）和料重比（F/G)。

1.5.2 屠宰性能指标测定

试验期末，各重复组随机选取 2 只生长发育正常，、体况健康、接近平均体重的试验鸡进行屠宰，宰前鸡只禁食 12 h，只供饮水。宰前称活重后放血，浸烫脱毛，洗净沥干，进行屠宰性能指标的测定。屠宰率、半净膛率、全净膛率以宰前活体重为分母计算，胸肌率、腿肌率、腹脂率以全净膛重为分母计算。

1.5.3 肉品质指标测定

1.5.3.1 肉色

用自动测色色差计测定屠宰后 2 h 内胸肌和腿肌的亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度(b^*)值。

1.5.3.2 pH

用 pH 计测定屠宰后 24 h 胸肌和腿肌的 pH($pH_{24\ h}$)。

1.5.3.3 滴水损失率

宰后 2 h 准确称取肉样重量，用丝线和金属钩将其吊起并套上塑料袋，袋口密闭。尽量不使肉样贴在袋壁上，并留有足够空间接纳其渗出的水滴。将肉样吊挂在 0～4 ℃环境中，24 h 后取出，用滤纸吸去表面水分后称其重量，计算滴水损失。

1.5.3.4 嫩度

宰后 48 h 贮存熟化后在室温下放置 1 h，将温度计插入肌肉中心部位，再置于 80 ℃恒温水浴中加热至肌肉中心温度达 70 ℃时立即终止加温，待肉样冷却至 20 ℃左右时取出肉样，将其修整为直径 1.27 cm 的肉条。在室温条件下，将肉样置于 C-LM 型嫩度仪进行剪切，测定剪切肉样所需压力。

1.5.3.5 粗蛋白质和粗脂肪含量

肌肉中粗蛋白质含量参照 GB/T 5009.5—2010《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》进行测定，粗脂肪含量参照 GB/T 9695.7—2008《肉与肉制品 总脂肪含量测定》进行测定。

1.5.3.6 氨基酸含量

肌肉中氨基酸含量用氨基酸自动分析仪参照 GB/T 5009.124-2003《食品中氨基酸的测定》进行测定。

1.5.3.7 脂肪酸含量

肌肉中脂肪酸含量用气相色谱仪分析参照GB/T 17377-2008《动植物油脂脂肪酸甲酯的气相色谱分析》进行测定。

1.6 数据处理和统计分析方法

采用SPSS 16.0统计软件对数据进行整理、单因素方差分析和Duncan氏多重比较。所有结果均以平均值±标准差表示。

2 结 果

2.1 桑叶提取物对矮脚黄鸡生长性能的影响

由表2可知，试验鸡初始体重差异不显著($P>0.05$)；经过52 d的饲养试验，与对照组相比，

Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组的终末体重均显著提高(P<0.05)；Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组的平均日增重均显著提高(P<0.05)，分别提高4.50%、4.00%和3.96%；Ⅱ组、Ⅲ组的平均日采食量显著提高(P<0.05)，分别提高3.06%、3.45%；饲粮中添加0.2%、0.5%和0.8%桑叶提取物对料重比的影响不显著(P>0.05)，但均有降低料重比的趋势。

表 2　桑叶提取物对矮脚黄鸡生长性能的影响

Table 2　Effects of mulberry leaf extract on growth performance of yellow dwarf chickens

项目 Items	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
初始体重 IBW/g	271.33±1.69	276.00±4.52	273.33±1.05	276.67±1.33
终末体重 FBW/g	1 427.87±13.81[a]	1 484.67±15.19[b]	1 476.00±10.91[b]	1 479.07±16.69[b]
平均日增重 ADG/(g/d)	22.24±0.28[a]	23.24±0.28[b]	23.13±0.22[b]	23.12±0.31[b]
平均日采食量 ADFI/(g/d)	72.76±0.80[a]	74.99±0.85[b]	75.27±0.65[b]	74.34±0.38[ab]
料重比 F/G	3.28±0.06	3.23±0.04	3.25±0.04	3.21±0.04

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.2　桑叶提取物对矮脚黄鸡屠宰性能的影响

由表 3 可知，与对照组相比，Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组的屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率变化不显著(P>0.05)。腹脂率随桑叶提取物添加水平的增加均呈上升趋势，但组间差异不显著(P>0.05)。

表 3　桑叶提取物对矮脚黄鸡屠宰性能的影响

Table 3　Effects of mulberry leaf extract on slaughter performance of yellow dwarf chickens　%

项目 Items	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
屠宰率 Dressing percentage	88.24±0.48	88.27±0.34	88.54±0.34	88.49±0.49
半净膛率 Half eviscerated yield percentage	92.34±0.29	92.77±0.25	92.48±0.44	92.94±0.31
全净膛率 Eviscerated yield	76.66±0.58	76.05±0.57	76.40±0.58	76.14±0.54

percentage				
胸肌率 Breast muscle percentage	13.60±0.47	13.42±0.69	13.26±0.69	12.96±0.67
腿肌率 Leg muscle percentage	15.62±0.31	15.68±0.46	15.36±0.48	15.64±0.38
腹脂率 Abdominal fat percentage	4.80±0.36	5.03±0.92	5.55±0.81	5.72±0.81

2.3 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉中粗蛋白质和粗脂肪含量的影响

由表 4 可知，与对照组相比，各添加桑叶提取物组胸肌和腿肌中粗蛋白质和粗脂肪含量均有不同程度的提高，但差异均不显著(P>0.05)。

表 4 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉中粗蛋白质和粗脂肪含量的影响

Table 4 Effects of mulberry leaf extract on crude protein and crude fat contents in muscle of yellow dwarf chickens %

项目 Items	指标 Indices	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
胸肌 Breast muscle	粗蛋白质 Crude protein	23.73±0.25	24.40±0.26	23.87±0.38	23.73±0.65
	粗脂肪 Crude fat	1.93±0.12	2.50±0.46	2.10±0.26	2.30±1.11
腿肌 Leg muscle	粗蛋白质 Crude protein	18.80±0.56	19.23±1.17	18.90±0.46	18.87±0.21
	粗脂肪 Crude fat	7.23±0.47	8.63±1.68	8.17±1.05	8.30±1.25

2.4 桑叶提取物对矮脚黄鸡肉品质的影响

由表 5 可知，随着桑叶提取物添加水平的增加，腿肌和胸肌 L^*、a^*、b^*值呈升高趋势。其中，腿肌 L^*值Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组分别比对照组提高 6.39%、7.52%和 11.50%，差异显著(P<0.05)；腿肌 a 值*Ⅱ组比对照组提高 6.64%，差异不显著(P>0.05)，Ⅲ组和Ⅳ组分别比对照组提高 38.33%和 65.42%，差异显著(P<0.05)；腿肌 b^*值Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组分别比对照组提高 108.57%、117.14%和 261.71%，差异显著(P<0.05)。此外，胸肌 L^*值Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组与对照组相比分别提高 2.35%、3.38%和 6.76%，差异不显著(P>0.05)；胸肌 a^*值Ⅱ组比对照组提高 29.78%，差异不显著(P>0.05)，Ⅲ组和Ⅳ组分别比对照组提高 44.67%和 68.00%，差异显著(P<0.05)；胸肌 b^*值Ⅱ组、Ⅲ组、Ⅳ组与对照组相比分别提高 14.41%、25.18%和 18.98%，仅Ⅲ组与对照组差异达到显著水平(P<0.05)。

与对照组相比，饲粮中添加不同水平桑叶提取物后腿肌和胸肌 $pH_{24\,h}$ 均有不同程度提高。其中，腿肌 $pH_{24\,h}$ II 组、III组和Ⅳ组较对照组分别提高 1.84%、1.55%和 1.55%，差异显著(P<0.05)；胸肌 $pH_{24\,h}$ II 组和Ⅳ组较对照组略有提高，差异不显著(P>0.05)，III组较对照组提高 1.59%，差异显著(P<0.05)。

与对照组相比，腿肌和胸肌嫩度随着桑叶提取物添加水平的增加具有提高的趋势，但仅Ⅳ组腿肌嫩度与对照组的差异达到显著水平(P<0.05)。

表 5　桑叶提取物对矮脚黄鸡肉品质的影响

Table 5　Effects of mulberry leaf extract on meat quality of yellow dwarf chickens

项目 Items		Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
腿肌肉色 Leg muscle color	L^*值 L^* value	40.68 ± 0.38^{a}	43.28 ± 1.12^{b}	43.74 ± 1.06^{b}	45.36 ± 0.50^{b}
	a^*值 a^* value	11.74 ± 0.77^{a}	12.52 ± 1.24^{ab}	16.24 ± 1.93^{cb}	19.42 ± 0.80^{c}
	b^*值 b^* value	3.50 ± 0.72^{a}	7.30 ± 1.67^{b}	7.60 ± 1.20^{b}	12.66 ± 0.74^{b}
胸肌肉色 Breast muscle color	L^*值 L^* value	46.72 ± 2.09	47.82 ± 1.36	48.30 ± 1.31	49.88 ± 0.53
	a^*值 a^* value	9.00 ± 0.94^{a}	11.68 ± 0.75^{a}	13.02 ± 0.62^{b}	15.12 ± 0.96^{b}
	b^*值 b^* value	10.96 ± 0.98^{a}	12.54 ± 1.04^{ab}	13.72 ± 1.19^{b}	13.04 ± 0.97^{ab}
腿肌 $pH_{24\,h}$ pH_{24} of leg muscle		7.08 ± 0.04^{a}	7.21 ± 0.03^{b}	7.19 ± 0.03^{b}	7.19 ± 0.03^{b}
胸肌 $pH_{24\,h}$ $pH_{24\,h}$ of breast muscle		6.93 ± 0.04^{a}	6.95 ± 0.05^{ab}	7.04 ± 0.03^{b}	6.98 ± 0.03^{ab}
腿肌嫩度 Leg muscle		18.87 ± 1.47^{a}	19.65 ± 1.67^{ab}	22.27 ± 1.75^{ab}	24.54 ± 1.63^{b}

tenderness/N				
胸肌嫩度 Breast muscle tenderness/N	22.62±2.02	25.93±2.64	28.57±2.11	29.99±6.71

2.5 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉氨基酸含量的影响

由表 6 可知，在矮脚黄鸡腿肌中，III组精氨酸含量显著低于对照组(P<0.05)，III组、IV组异亮氨酸含量显著低于对照组(P<0.05)，II组亮氨酸含量显著高于对照组(P<0.05)，IV组赖氨酸含量显著低于对照组(P<0.05)，其他各组各氨基酸含量均与对照组无显著差异（P>0.05)；各添加桑叶提取物组必需氨基酸/非必需氨基酸与对照组无显著差异（P>0.05)，但II、III组的总氨基酸、必需氨基酸及鲜味氨基酸含量相较于对照组有上升的趋势，而IV组则有降低的趋势。

表 6 桑叶提取物对矮脚黄鸡腿肌氨基酸含量的影响

Table 6 Effects of mulberry leaf extract on amino acid contents in leg muscle of yellow dwarf chickens %

项目 Items	I 组 Group I	II 组 Group II	III组 Group III	IV组 Group IV
天门冬氨酸 Asp	1.74±0.04	1.80±0.09	1.75±0.03	1.71±0.05
谷氨酸 Glu	2.85±0.03	2.95±0.14	2.88±0.05	2.83±0.09
丝氨酸 Ser	0.71±0.02	0.72±0.03	0.70±0.01	0.70±0.02
组氨酸 His	0.53±0.08	0.56±0.01	0.47±0.00	0.50±0.02
精氨酸 Arg	1.04±0.01[a]	0.97±0.08[ab]	0.95±0.04[b]	0.97±0.03[ab]
甘氨酸 Gly	0.97±0.03	1.02±0.05	1.01±0.02	0.98±0.09
苏氨酸 Thr	0.89±0.01	0.94±0.05	0.93±0.04	0.91±0.04
脯氨酸 Pro	0.65±0.01	0.64±0.03	0.64±0.03	0.64±0.06
丙氨酸 Ala	1.00±0.02	1.03±0.05	1.02±0.01	1.00±0.05
缬氨酸 Val	1.04±0.03	1.07±0.06	1.04±0.03	1.00±0.02
蛋氨酸 Met	0.50±0.01	0.51±0.02	0.49±0.01	0.48±0.01
半胱氨酸 Cys	0.11±0.02	0.12±0.03	0.12±0.01	0.13±0.01
异亮氨酸 Ile	0.85±0.04[a]	0.81±0.04[ab]	0.75±0.02[b]	0.73±0.03[b]
亮氨酸 Leu	1.65±0.02[a]	1.77±0.08[b]	1.74±0.05[ab]	1.71±0.03[ab]

苯丙氨酸 Phe	0.73±0.04	0.76±0.05	0.74±0.01	0.70±0.04
赖氨酸 Lys	1.76±0.03[a]	1.80±0.04[a]	1.75±0.09[a]	1.63±0.05[b]
酪氨酸 Tyr	0.55±0.04[ab]	0.56±0.07[ab]	0.60±0.04[a]	0.49±0.04[b]
色氨酸 Try	0.25±0.00	0.25±0.01	0.24±0.03	0.25±0.04
总氨基酸 Total amino acid	17.83±0.32	18.27±0.77	17.84±0.39	17.37±0.64
必需氨基酸 EAA	7.67±0.14[ab]	7.91±0.31[a]	7.69±0.27[ab]	7.42±0.25[b]
鲜味氨基酸 Flavor amino acids	6.56±0.12	6.80±0.34	6.66±0.08	6.53±0.26
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA	0.76±0.01	0.76±0.01	0.76±0.02	0.76±0.01

必需氨基酸为赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸，鲜味氨基酸为天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸。表 7 同。

EAA included Lys, Try, Phe, Met, Thr, Ile, Leu and Val. Flavor amino acids included Asp, Glu, Ala and Gly. The same as Table 7.

由表 7 可知，在矮脚黄鸡胸肌中，与对照组相比，除Ⅳ组必需氨基酸/非必需氨基酸显著高于对照组($P<0.05$)外，各添加桑叶提取物组各氨基酸含量均与对照组无显著差异（$P>0.05$）。

表 7　桑叶提取物对矮脚黄鸡胸肌氨基酸含量的影响

Table 7　Effects of mulberry leaf extract on amino acid contents in breast muscle of yellow dwarf chickens　%

项目 Items	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
天门冬氨酸 Asp	2.11±0.04	2.15±0.08	2.09±0.01	2.14±0.06
谷氨酸 Glu	3.29±0.07	3.38±0.10	3.27±0.02	3.37±0.11
丝氨酸 Ser	0.87±0.03	0.89±0.03	0.88±0.00	0.89±0.03
组氨酸 His	0.54±0.12	0.51±0.05	0.48±0.07	0.49±0.02
精氨酸 Arg	1.48±0.10	1.39±0.06	1.41±0.07	1.18±0.07
甘氨酸 Gly	1.38±0.02	1.43±0.02	1.38±0.01	1.45±0.05
苏氨酸 Thr	1.03±0.02	1.06±0.04	1.03±0.01	1.09±0.04

脯氨酸 Pro	0.76±0.00	0.79±0.02	0.76±0.01	0.76±0.02
丙氨酸 Ala	1.24±0.02	1.26±0.04	1.23±0.01	1.26±0.04
缬氨酸 Val	1.29±0.03	1.31±0.04	1.30±0.01	1.34±0.04
蛋氨酸 Met	0.58±0.01	0.62±0.03	0.60±0.00	0.62±0.02
半胱氨酸 Cys	0.14±0.01	0.15±0.02	0.12±0.03	0.15±0.01
异亮氨酸 Ile	1.20±0.03	1.20±0.05	1.22±0.01	1.14±0.08
亮氨酸 Leu	1.82±0.04	1.88±0.07	1.78±0.01	1.96±0.15
苯丙氨酸 Phe	0.94±0.02	0.97±0.03	0.96±0.01	0.98±0.07
赖氨酸 Lys	1.97±0.08	1.97±0.02	1.94±0.05	2.03±0.09
酪氨酸 Tyr	0.70±0.03	0.71±0.04	0.68±0.06	0.74±0.09
色氨酸 Try	0.25±0.01	0.25±0.01	0.25±0.01	0.24±0.01
总氨基酸 Total amino acid	21.59±0.36	21.91±0.57	21.38±0.24	21.82±0.76
必需氨基酸 EAA	9.08±0.20	9.25±0.24	9.08±0.08	9.39±0.34
鲜味氨基酸 Flavor amino acids	8.02±0.13	8.22±0.23	7.96±0.05	8.21±0.25
必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA	0.73±0.01^{a}	0.73±0.01^{a}	0.74±0.01^{a}	0.76±0.00^{b}

2.6 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉脂肪酸含量的影响

由表 8、表 9 可知，桑叶提取物对矮脚黄鸡腿肌和胸肌中脂肪酸含量影响的趋势基本一致，即随着桑叶提取物添加水平的增加，饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)含量呈逐渐上升趋势，不饱和脂肪酸（UFA）、多不饱和脂肪酸（PUFA）、必需脂肪酸（EFA）、ω-6 和ω-3 含量以及 UFA/SFA 呈逐渐下降趋势，而对于ω-6/ω-3，Ⅱ组较对照组略有降低，Ⅲ组、Ⅳ组均较对照组升高，但差异均不显著（P>0.05）。

表 8 桑叶提取物对矮脚黄鸡腿肌中脂肪酸含量的影响

Table 8 Effects of mulberry leaf extract on fatty acid contents in leg muscle of yellow dwarf chickens %

项目 Items	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ

C12:0	0.19±0.03	0.17±0.03	0.16±0.02	0.16±0.03
C14:0	0.63±0.02	0.64±0.04	0.62±0.06	0.58±0.04
C16:0	23.23±0.87	24.37±1.29	23.99±1.75	24.02±1.10
C16:1	2.74±0.45	2.81±0.15	3.38±0.47	3.53±0.57
C18:0	7.27±0.56	8.01±0.60	9.08±2.31	8.93±3.63
C18:1	42.09±1.80	43.99±1.48	42.66±0.21	42.68±4.51
C18:2	18.82±1.33	16.29±1.38	16.37±2.54	16.45±3.28
C18:3	1.33±0.07	1.15±0.06	1.10±0.23	1.07±0.30
C20:0	0.06±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00	
C20:1	0.42±0.01	0.40±0.02	0.43±0.04	0.42±0.04
C20:2	0.17±0.04^{a}	0.11±0.04^{ab}	0.10±0.04^{b}	0.10±0.03^{b}
C20:3	0.23±0.02^{a}	0.17±0.01^{b}	0.20±0.04^{ab}	0.17±0.03^{b}
C20:4	0.59±0.12	0.41±0.03	0.53±0.12	0.48±0.11
C24:0	0.14±0.02^{a}	0.10±0.03^{b}	0.13±0.02^{ab}	0.11±0.02^{ab}
C24:1	0.26±0.06^{a}	0.15±0.03^{b}	0.24±0.06^{ab}	0.21±0.05^{ab}
其他 Others	1.80±0.40	1.25±0.23	1.00±0.54	1.09±0.15
饱和脂肪酸 SFA	31.32±1.32	33.18±1.67	33.85±2.76	33.68±3.05
UFA 不饱和脂肪酸	66.84±1.03	65.57±1.58	65.17±2.63	65.22±2.99
单不饱和脂肪酸 MUFA	44.82±1.42	46.80±1.34	46.04±0.59	46.21±5.04
多不饱和脂肪酸 PUFA	22.02±1.61	18.77±1.44	19.13±2.95	19.01±3.73
必需脂肪酸 EFA	20.74±1.50	17.85±1.41	18.01±2.87	18.00±3.66
ω-6	19.41±1.43	16.70±1.34	16.91±2.64	16.93±3.37
ω-3	1.33±0.07	1.15±0.06	1.10±0.23	1.07±0.30
不饱和脂肪酸/	2.14±0.12	1.98±0.15	1.94±0.23	1.95±0.26

饱和脂肪酸				
UFA/SFA				
ω-6/ω-3	14.63±0.30	14.51±0.40	15.51±1.16	16.08±1.58

表 9　桑叶提取物对矮脚黄鸡胸肌中脂肪酸含量的影响

Table 9　Effects of mulberry leaf extract on fatty acid contents in chest muscle of yellow dwarf chickens　　%

项目 Items	Ⅰ组 Group Ⅰ	Ⅱ组 Group Ⅱ	Ⅲ组 Group Ⅲ	Ⅳ组 Group Ⅳ
C12:0	0.16±0.03	0.15±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03
C14:0	0.57±0.02	0.60±0.04	0.56±0.04	0.55±0.04
C16:0	23.80±0.98	24.67±1.13	24.36±2.21	24.96±1.70
C16:1	2.22±0.03^{a}	2.40±0.05^{ab}	2.66±0.44^{ab}	2.83±0.32^{b}
C18:0	8.12±0.85	8.17±0.48	7.64±0.54	7.48±0.54
C18:1	42.46±1.85	44.39±1.54	44.01±1.36	42.74±1.33
C18:2	17.88±1.54	15.55±1.12	15.38±2.61	16.07±2.82
C18:3	1.20±0.10	1.07±0.05	1.02±0.16	0.93±0.27
C20:0	0.07±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00	0.07±0.00
C20:1	0.45±0.02	0.42±0.02	0.44±0.05	0.42±0.03
C20:2	0.17±0.07^{a}	0.12±0.04^{ab}	0.07±0.04^{b}	0.11±0.02^{ab}
C20:3	0.24±0.03	0.20±0.03	0.25±0.08	0.25±0.10
C20:4	0.76±0.26	0.60±0.14	0.97±0.27	0.94±0.64
C24:0	0.17±0.04	0.15±0.04	0.22±0.05	0.21±0.12
C24:1	0.30±0.06	0.21±0.02	0.40±0.12	0.40±0.21
其他 Others	1.43±0.27	1.26±0.06	1.84±0.61	1.98±1.27
饱和脂肪酸 SFA	32.65 ±1.73	33.60±1.59	32.70±2.52	33.13±2.13
UFA 不饱和脂肪酸	65.92±1.46	65.14±1.64	65.46±2.94	64.89±3.17
单不饱和脂肪	44.68±1.58	46.79±1.58	46.67±0.92	45.57±1.17

酸 MUFA				
多不饱和脂肪酸 PUFA	21.24±1.98	18.36±0.96	18.78±2.56	19.32±2.00
必需脂肪酸 EFA	19.84±1.83	17.22±1.05	17.38±2.65	17.94±2.45
ω-6	18.64±1.74	16.15±1.01	16.36±2.50	17.01±2.19
ω-3	1.20±0.10	1.07±0.05	1.02±0.16	0.93±0.27
不饱和脂肪酸/饱和脂肪酸 UFA/SFA	2.02±0.15	1.94±0.14	2.01±0.25	1.97±0.21
ω-6/ω-3	15.53±0.59[ab]	15.09±0.36[a]	16.04±0.05[ab]	19.03±3.85[b]

3 讨 论

3.1 桑叶提取物对矮脚黄鸡生长性能的影响

桑叶中含有单宁、植物凝集素等抗营养因子，大量添加会导致畜禽生长性能降低[9]。据常文环[10]、张雷等[4]、范京辉等[11]研究表明，饲粮中添加过量桑叶粉可显著降低肉鸡体重，且添加水平越高，对生长性能的影响越大。桑叶提取物可使桑叶中有效成分并进一步加以分离、纯化，充分发挥其功效。在整个试验期间，与对照组相比，饲粮中添加 0.2%、0.5%和 0.8%的桑叶提取物组的平均日增重和平均日采食量均显著提高，料重比有降低的趋势，但差异不显著，这与范京辉等[11]报道的在肉鸡饲粮中添加 0.3%的桑叶粉提取物对生长性能有一定的改善作用的结果相一致。

3.2 桑叶提取物对矮脚黄鸡屠宰性能的影响

饲粮中添加桑叶提取物后，矮脚黄鸡的屠宰率、半净膛率略有提高，全净膛率、胸肌率、腿肌率变化不大，表明在饲粮中添加桑叶提取物可在一定程度上提高矮脚黄鸡的屠宰性能。这与吴萍等[12]添加一定比例的桑叶粉可提高肉鸡屠宰性能的研究结果相近。但本试验结果表明，在饲粮中添加桑叶提取物后，矮脚黄鸡腹脂率随桑叶提取物添加水平的增加呈上升趋势，这与范京辉等[11]、吴萍等 [12]和兰翠英等[13]得出的在饲粮中添加桑叶粉可降低肉鸡腹脂率的结果不一致，具体原因有待进一步研究。

3.3 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉中粗蛋白质和粗脂肪含量的影响

肌肉的主要成分是蛋白质，蛋白质含量高，则营养价值高。肌肉中脂肪含量与肌肉品质的关系也较密切，肉品中脂肪含量的高低直接影响到肉的多汁性和嫩度，脂肪酸的组成则在一定程度上决定了肉的风味[14]。本试验中，各添加桑叶提取物组与对照组相比，胸肌和腿肌中粗蛋白质和粗脂肪含量均有不同程度的提高，但差异均不显著，表明饲粮中添加桑叶提取

物对矮脚黄鸡肌肉的化学组分无显著影响，但在一定程度上可以提高肌肉的营养价值和品质。

3.4 桑叶提取物对矮脚黄鸡肉品质的影响

肉色是评定肌肉的重要指标，是肌肉的生理、生物化学和微生物学变化的外在表现，主要受肌肉中的色素（肌红蛋白和血红蛋白）含量及其存在状态的影响[15]。本试验结果表明，饲粮中添加桑叶提取物能改善矮脚黄鸡的肉色，随着桑叶提取物添加水平的增加，腿肌和胸肌 L^*、a^*和 b^*值与对照组相比有不同程度提高，这与吴东等[15]的研究结果一致，推测肉色的改善可能与桑叶提取物中功能性物质的抗氧化能力密切相关。

各添加桑叶提取物组矮脚黄鸡腿肌和胸肌的 $pH_{24\ h}$ 均显著高于对照组，腿肌和胸肌的嫩度随着桑叶提取物添加水平的增加具有提高的趋势，其中添加 0.8%桑叶提取物组腿肌嫩度与对照组的差异达到显著水平。这与吴萍等[12]、兰翠英等[13]和吴东等[15]在饲粮中添加桑叶粉对肉鸡肌肉 $pH_{24\ h}$ 和嫩度的影响不显著的研究结果有差异，具体原因有待进一步研究。

3.5 桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉中氨基酸和脂肪酸含量的影响

天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸和甘氨酸等鲜味氨基酸在肉的呈味过程中起着重要的作用，含硫氨基酸（如胱氨酸、半胱氨酸和蛋氨酸）也是形成许多挥发性鲜味化合物的重要前体物质[16]。本试验中，与对照组相比，除精氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸含量在某些添加桑叶提取物组有显著变化外，各添加桑叶提取物组矮脚黄鸡腿肌和胸肌中其他氨基酸含量均无显著差异。各添加桑叶提取物组腿肌和胸肌中必需氨基酸/非必需氨基酸均与对照组无显著差异。这说明桑叶提取物不能通过改变鲜味氨基酸含量而增加鸡肉的鲜味，这与吴东等[15]在肉鸡饲粮中添加桑叶粉后得到的研究结果一致。

桑叶提取物对矮脚黄鸡腿肌和胸肌中脂肪酸含量的影响基本一致，即随桑叶提取物添加水平的增加，SFA、MUFA 含量呈逐渐上升趋势，UFA、PUFA、EFA、ω-6 和ω-3 含量以及 UFA/SFA 呈逐渐下降趋势。但与兰翠英等[13]得出的随桑叶粉添加水平的增加，肌肉中 UFA、MUFA、PUFA、EFA、ω-6 和ω-3 含量以及 UFA/SFA 均呈逐渐上升趋势，而 SFA 含量以及ω-6/ω-3 则呈降低趋势的结果不完全一致，具体原因有待进一步研究。

4 结 论

① 在饲粮中添加桑叶提取物可显著提高矮脚黄鸡的平均日增重和平均日采食量，对料重比的影响不显著。

② 在饲粮中桑叶提取物对矮脚黄鸡的屠宰性能无显著影响，但可使屠宰率、半净膛率略有提高。

③ 在饲粮中添加桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉的粗蛋白质和粗脂肪含量无显著影响，但可在一定程度上提高肌肉的营养价值和品质。

④ 在饲粮中添加桑叶提取物能改善矮脚黄鸡的肉色，显著提高肌肉 $pH_{24\ h}$，提高肌肉品质。

⑤ 在饲粮中添加桑叶提取物对矮脚黄鸡肌肉中大部分氨基酸含量和必需氨基酸/非必需氨基酸均无显著影响。

⑥ 随着饲粮中桑叶提取物添加水平的增加，肌肉中 SFA、MUFA 含量呈逐渐上升趋势，UFA、PUFA、EFA、ω-6 和ω-3 含量以及 UFA/SFA 呈逐渐下降趋势。

参考文献：

[1] 高雨飞,黎力之,欧阳克蕙,等.桑叶在肉牛生产中的开发利用[J].中国牛业科学,2015,41(1):68–70.

[2] 杜周和,刘俊凤,左艳春,等.桑叶的营养特性及其饲料开发利用价值[J].草业学报,2011,20(5):192–200.

[3] 苏海涯,吴跃明,刘建新.桑叶中的营养物质和生物活性物质[J].饲料研究,2001(9):1–3.

[4] 张雷,范京辉,张伟武,等.仙居鸡日粮中添加桑叶粉对生产性能及鸡肉品质的影响研究[J].浙江畜牧兽医,2015(1):6–8.

[5] 郭建军,邱殿锐,李晓滨,等.日粮鲜桑叶对育肥猪生长性能和肉质的影响[J].畜牧与兽医,2011,43(9):47–50.

[6] 宋琼莉,韦启鹏,邹志恒,等.桑叶粉对肥育猪生长性能、肉品质和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):541–547.

[7] 杨静,李同洲,曹洪战,等.不同水平饲用桑粉对育肥猪生长性能和肉质的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(7):52–56.

[8] 罗明华,丁任华,宁新蕾,等.桑叶养兔试验[J].江西畜牧兽医杂志,2004(3):22.

[9] 黄静,邝哲师,廖森泰,等,桑叶粉和发酵桑叶粉对胡须鸡生长性能、血清生化指标及抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2016,28(6):1877–1886.

[10] 常文环.桑叶粉对肉鸡生长性能、血清尿素氮和肉品质的影响[J].当代畜禽养殖业,2007(1):61–63.

[11] 范京辉,张永华,楼立峰,等.桑叶及其提取物对 AA 肉鸡生长、养分消化与胴体品质的影响[J].杭州农业与科技,2012(5):29–32.

[12] 吴萍,厉宝林,李龙,等.日粮中添加桑叶粉对黄羽肉鸡生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[J].中国家禽,2007,29(7):13–15.

[13] 兰翠英,董国忠,黄先智,等.桑叶粉对肉鸡生长性能和屠宰性能及肉质的影响[J].中国畜牧杂志,2012,48(13):27–31.

[14] 潘珂,孙汉,欧阳建华.几种江西地方品种鹅肌肉品质测定分析[J].江西农业大学学报,2005,27(3):443–445.

[15] 吴东,钱坤,周芬,等.日粮中添加不同比例桑叶对淮南麻黄鸡生产性能的影响[J].家畜生态学报,2013,34(10):39–43.

[16] 李耀.浅谈鸡肉风味物质的呈味机理[J].食品工业科技,2011,32(3):446–449,452.

Effects of Mulberry Leaf Extract on Growth Performance, Slaughter Performance and Meat Quality of Yellow Dwarf Chickens[2]

SONG Qiongli ZHOU Quanyong WEI Qipeng LIU Linxiu ZOU Zhiheng* CHEN Xiaolian*

(*Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science*, *Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang* 330200, *China*)

Abstract: This experiment was aimed to investigate the effects of mulberry leaf extract on growth performance, slaughter performance and meat quality of yellow dwarf chickens. Three hundred 21-day-old yellow dwarf chickens with the similar initial body weight were randomly divided into four groups with five replicates per group and 15 birds per replicate. Chickens in four groups were fed a basal diet (group Ⅰ, as control group), the basal diet supplemented with 0.2% mulberry leaf extract (group Ⅱ), the basal diet supplemented with 0.5% mulberry leaf extract (group Ⅲ) and the basal diet supplemented with 0.8% mulberry leaf extract (group Ⅳ), respectively. The experiment lasted for 52 days. The results showed as follows: 1) compared with the control group, diet supplemented with 0.2%, 0.5% and 0.8% mulberry extract could significantly increase the average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) (P<0.05), and had a decreasing tend in feed/gain, but no significant difference was observed (P>0.05). 2) Compared with the control group, diet supplemented with mulberry extract had no significant differences in slaughter performance (P>0.05), but tended to increase the dressing percentage and half eviscerated yield percentage. 3) With the increase of mulberry leaf extract supplemental level, the values of lightness （L^*）, redness （a^*） and yellowness （b） of breast muscle and leg muscle showed an increase trend. The $pH_{24\ h}$ of breast muscle and leg muscle in supplemented with mulberry leaf extract groups were significantly higher than that in control group (P<0.05). The tenderness of breast muscle and leg muscle increased with the increase of mulberry leaf extract supplemental level, and the significant increase in group Ⅳ was found compared with control group (P<0.05). 4) Compared with the control group, the crude protein and crude fat contents in breast muscle and leg muscle in supplemented with mulberry leaf extract groups had different degrees increase but with no significant differences (P>0.05). 5) There were no significant differences in most amino acid contents in breast muscle and leg muscle in supplemented with mulberry leaf extract groups

*Corresponding authors: ZOU Zhiheng, professor, E-mail: zouzhihengxms@163.com; CHEN Xiaolian, associate professor, E-mail: xiaolianchen@126.com （责任编辑 菅景颖）

(P>0.05) except lysine (Lys), arginine (Arg), isoleucine (Ile) and leucine (Leu) contents in breast muscle and leg muscle had significant changes in some supplemented with mulberry leaf extract groups (P<0.05). No significant difference in the ratio of essential amino acid to non-essential amino acid was observed between supplemented with mulberry leaf extract groups and control group (P>0.05). 6) The saturated fatty acid (SFA), monounsaturated fatty acid (MUFA) contents in breast muscle and leg muscle had trend to increase with the increase of mulberry leaf extract supplemental level, and the unsaturated fatty acid (UFA), polyunsaturated fatty acid (PUFA), essential fatty acid (EFA), ω-6 and ω-3 contents, and UFA/SFA in breast muscle and leg muscle had trend to decrease with the increase of mulberry leaf extract supplemental level. It is indicated that mulberry leaf extract supplementation can effectively improve the growth performance and muscle quality of yellow dwarf chickens.

Key words: mulberry leaf extract; yellow dwarf chickens; growth performance; slaughter performance; meat quality